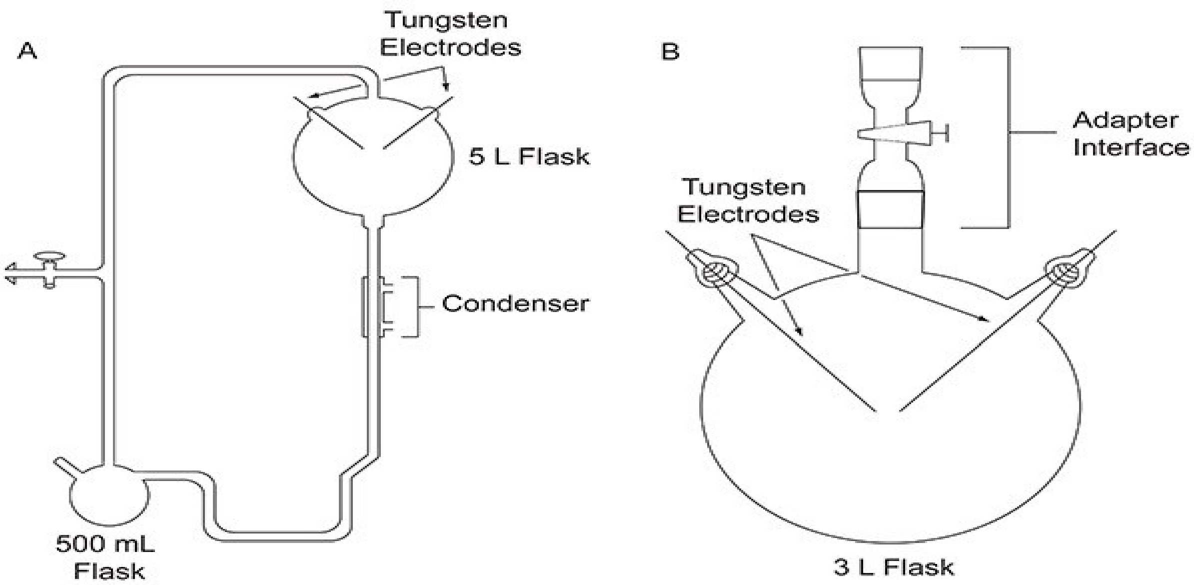
# تجربة ميلر– يوري ودورها في دعم نظرية نشوء الحياة (التولد الذاتي للحياة)

مقدمة:

نشوء الحياة (Abiogenesis) هو اصطلاح يُشير إلى عملية ظهور الحياة (الخلايا الحية الأولى) من مواد غير حية على الأرض البدائية. هذه المسألة كانت محط تساؤل علمي وفلسفي عميق: كيف انتقلت الكيمياء إلى البيولوجيا؟ لقد طُرِح فرضية «الحساء البدائي» منذ عشرينيات القرن العشرين على يد أوبارين (Oparin) و هالدين (Haldane) ، حيث اقترحا أن محيطات الأرض الأولى احتوت «شوربة بدائية» من المركبات العضوية البسيطة التي تفاعلت تدريجيًا لتشكّل مركبات أعقد، ممهّدة لنشوء الحياة. لكن ظلّت هذه الأفكار نظرية حتى منتصف القرن العشرين، حين بدأ العلماء بإجراء تجارب مخبرية فعلية لمحاكاة الظروف المبكرة ومعرفة إن كان من الممكن تكوين جزيئات عضوية أساسية منها

إحدى أولى هذه التجارب وأشهرها هي تجربة ميلر– يوري عام 1952 ، التي مثلت نقطة تحول تاريخية في دراسة أصل الحياة. في هذا البحث سنستعرض تجربة ميلر– يوري الكلاسيكية ونتائجها وأهميتها التاريخية، ثم نناقش بعض التجارب الحديثة (مثل أعمال جون سذرلاند وجاك سوزتاك) التي تدعم إمكان نشوء الجزيئات الحيوية تلقائيًا في الظروف الملائمة. بعد ذلك سنحلل أبرز اعتراضات الخلقيين (أنصار نظرية الخلق المباشر) على فرضية التولد الذاتي للحياة، ونستعرض الردود العلمية عليها مستندين إلى أحدث الدراسات والمراجع الأكاديمية الموثوقة (من دوريات مرموقة كـ Nature وScience و PNAS وغيرها) . أخيرًا ، سنلقي نظرة على الحجج الفلسفية المتعلقة بالموضوع، وخاصة نقد الخلقوية من منظور فلسفة العلم ومعايير التمييز بين العلم واللاعلم. جميع النقاط مدعومة بروابط مباشرة للمصادر الأصلية والمقالات الأكاديمية.

**تجربة ميلر– يوري : الشرح والأهمية التاريخية**




شـكل

تخطيطي لجهاز تجربة ميلر– يوري الأصلية (يسارA) وجهاز مبسط لاحقًا( يمينB ) في الجهاز الأصلي قُدمت طاقة كهربائية (محاكاةً للبرق) عبر قطبين تنجستين داخل قارورة تحوي خليط غازي من الميثان والأمونيا والهيدروجين وبخار الماء، مع وجود قارورة سفلية بها ماء تمثل المحيط البدائي، ومكثّف لإعادة تكثيف البخار

في عام 1952 اقترح الباحث ستانلي ميلر على أستاذه عالم الكيمياء الحائز على نوبل هارولد يوري إجراء تجربة لاختبار إمكانية تخليق مركبات عضوية مهمة لنشأة الحياة من مواد بسيطة في ظروف الأرض المبكرة صمّم ميلر جهازًا زجاجيًا محكمًا يحاكي تلك الظروف: خليط من الغازات يُعتقد أنها مثّلت الغلاف الجوي البدائي (الميثان CH4 ، والأمونيا NH3 ، والهيدروجين H2 وبخار الماءH2O ) مع توفير شرارة كهربائية قوية (لتمثيل البرق) تمر بين قطبين داخل الخليط الغازي في قاعدة الجهاز وُضع ماء يسخّن باستمرار ليغلي (محاكاةً للمحيط المبكر وتبخّر المياه)، وفي الأعلى مكثف يعيد تكثيف البخار إلى ماء، بحيث يدور الماء بشكل مستمر بين التبخر والتكثيف، حاملاً معه نواتج التفاعلات

وبعد أسبوع من تشغيل الشرارة الكهربائية بشكل دوري، تغيّر لون الماء في القارورة بشكل ملحوظ إلى لون أحمر عكر، وترسّبت مواد بنية - صفراء على الأقطاب الكهربائية

عند تحليل المحتوى الكيميائي، كانت النتيجة المذهلة هي تكوّن العديد من الأحماض الأمينية – وهي اللبنات الأساسية للبروتينات – من مواد غير عضوية بسيطة! لقد كانت هذه أول دليل تجريبي يدعم فرضية إمكان تولّد مركبات عضوية معقدة (مهمة أحيائيًا) من مواد أولية بسيطة في ظروف تحاكي بيئة الأرض قبل الحياة.

اعتُبرت هذه النتيجة إنجازًا تاريخيًا، فقد أثبتت تجربة ميلر– يوري بشكل مقنع إمكانية التخليق الحيوي (لمكونات الحياة) في المعمل دون تدخل كائن حي مما دعم بقوة فرضية الـ«حساء البدائي» التي طرحها أوبارين وهالدين عقودًا قبل ذلك.

نشرت نتائج ميلر لأول مرة عام 1953، وأحدثت ضجة علمية وإعلامية في حينها، إذ شاع في الصحافة تبسيطًا أنها «برهنت أن الحياة يمكن أن تنشأ تلقائيًا». ورغم أن هذا تبسيط مفرط – فالتجربة ولّدت جزيئات عضوية بسيطة وليس كائنات حية – إلا أنها كانت دليلًا حاسمًا على صحة الفكرة الأساسية :أن خطوات أولى نحو الكيمياء الحيوية ممكنة تلقائيًا

توالت بعد ذلك التجارب التوسعية: أجرى ميلر وآخرون عشرات التجارب التنويعية على مدى العقود التالية لاختبار مخاليط غازية مختلفة وظروف متعددة، فمثلاً: تم تجربة إضافة غاز كبريتيد الهيدروجين (**H_2S**) لمحاكاة البراكين، أو استخدام غلاف جوي يحوي ثاني أكسيد الكربون $CO_2$ مع غازات أخرى أقل اختزالاً بدلًا من الميثان النقي بعض تلك التجارب المعدلة فشل في إنتاج أحماض أمينية معينة.

و في عام 1972 استخدم ميلر وزملاؤه جهازًا أبسط (كان قد اقترحه العالم أوري Oró) واستطاعوا الحصول على جميع الأحماض الأمينية العشرين المعروفة كمكونات للبروتينات في الكائنات الحية (المعروفة بالأحماض الأمينية «المشفَّرة» في الشفرة الوراثية)، إضافةً إلى بعض الأحماض الأمينية غير البروتينية المكتشفة في نيزك مورشيسون الشهير . أي أن الشرارة الكهربائية في خليط من الميثان والنيتروجين وقليل من الأمونيا أنتجت كل أنواع الأحماض الأمينية التي عُثر عليها في ذلك النيزك الكربوني الذي سقط من الفضاء

في تجارب أخرى، تمت دراسة تأثير اختلاف نسبة المواد المؤكسدة: على سبيل المثال خلط الماء مع النيتروجين وغازات كـ$CO_2$ (ثاني أكسيد الكربون) أو CO (أول أكسيد الكربون) بدلًا من الميثان الخالص، ثم تفريغ الشرارة – ورغم أن التفاعل يكون أقل إنتاجًا تحت هذه الظروف «المؤكسدة»، فقد تم رصد تكوّن سيانيد الهيدروجين (**HCN**) والفورمالدهيد وحتى بعض الأحماض الأمينية في تلك الحالات أيضًا،يعني ذلك أن اختلاف تركيب الغلاف الجوي لا يلغي المبدأ، بل يغيّر حصيلة وتنوع المركبات العضوية المتكونة؛ فحتى في أجواء أقرب للواقع الجيولوجي (غنية بثاني أكسيد الكربون مثلًا) يمكن توليد مواد وسيطة أساسية كسيانيد الهيدروجين والفورمالدهيد، وهما مركبان مهمان يمكن أن يؤديا لتكوين المزيد من الجزيئات العضوية المعقدة.

من التطورات اللافتة التي جاءت بعد عقود: إعادة تحليل العينات الأصلية التي خزّنها ميلر من تجاربه القديمة باستخدام تقنيات حديثة (لم تكن متاحة في الخمسينيات). في عام 2008 قام علماء بتحليل عينات من تجربة أجراها ميلر عام 1958 أضاف فيها غاز H_2S (لم ينشر نتائجها تفصيليًا آنذاك)، فكشفت التحليلات الحديثة أنها احتوت على تنوع أوسع وبكميات أكبر من الأحماض الأمينية مقارنة بالتجربة الأصلية عام 1953

هذا يشير إلى أن وجود مركبات كبريتية (كما في الانبعاثات البركانية) ربما عزز التفاعل الحيوي. إذًا، تجربة ميلر–يوري لم تكن حدثًا منفردًا منعزلًا، بل انطلقت منها حقبة كاملة من أبحاث التخليق الحيوي في سياق أصل الحياة، وكلها أكدت الرسالة الأساسية: البيئة البدائية للأرض، مع وجود مصادر طاقة كالصواعق والحرارة، كانت قادرة على إنتاج لبنات الحياة الأولية ذاتيًا.

ولكن ينبغي التأكيد أن ميلر– يوري لم ينتج «حياة»، بل أنتجت مركبات عضوية بسيطة فقط. ميلر نفسه وعلماء العصر أدركوا ذلك؛ فظهور الخلية الحية الأولى يتطلب مراحل تالية أعقد. التجربة أثبتت مرحلة ضرورية في سيناريو نشوء الحياة، لكنها ليست سيناريو كامل بحد ذاتها

لقد مهّدت الطريق لطرح أسئلة جديدة: كيف يمكن أن تترتب هذه اللبنات (كالأحماض الأمينية) لتشكيل بروتينات أولية؟ كيف يمكن أن تنشأ جزيئات للتخزين الوراثي (كـRNA أو DNA ) من مركبات بسيطة؟ وكيف تتجمع الخلايا البدائية المغلّفة بأغشية؟ هذه الأسئلة دفعت أبحاث العقود اللاحقة نحو تجارب أكثر تخصصًا كما سنرى في القسم التالي.

### تجارب حديثة تدعم التطور التلقائي للجزيئات الحيوية

بعد نجاح تجربة ميلر– يوري، أصبح هدف فهم الخطوات الوسيطة نحو نشوء الحياة أكثر إلحاحًا. خلال العقود الأخيرة، حققت تجارب عديدة تقدمًا ملموسًا في تخليق جزيئات عضوية معقدة ذاتيًا تحاكي ما قد يكون حدث على الأرض المبكرة. نركز هنا على مثالين بارزين: أعمال جون سذرلاند (John Sutherland) حول تخليق اللبنات الوراثية (النيوكليوتيدات)، وأبحاث جاك سوزتاك (Jack Szostak) حول الخلايا البدائية (البروتوسيلات) وتكاثرها.

### تخليق رائبونات (نيوكليوتيداتRNA) في المختبر – تجارب جون سذرلاند

أحد التحديات الكبرى لنظرية نشوء الحياة هي تفسير تكوُّن الجزيئات الوراثية الأولى. جزيئات **RNA** يُعتقد أنها لعبت دورًا مركزيًا كأول ناقل للمعلومات الوراثية وكإنزيم في الوقت نفسه (فرضية عالم*RNA*) لكن تخليق النيوكليوتيدات الوحدات البنائية لـRNA تلقائيًا كان لغزًا صعبًا. يتألف النيوكليوتيد من ثلاثة أجزاء: سكر خماسي (ريبوز) وقاعدة نيتروجينية وفوسفات – وجمع هذه الأجزاء في ظروف بدائية بدا معقدًا جدًا. في عام 2009، حقق الكيميائي البريطاني جون سذرلاند إنجازًا كبيرًا حين نجح في تكوين نوكليوتيدات **RNA** (قاعدتي السيتيدين واليوريدين تحديدًا) بظروف يُحتمل أنها كانت موجودة على الأرض المبكرة، بدلًا من محاولة مزج سكر الريبوز جاهزًا مع القاعدة (وهي العملية التقليدية الصعبة)، ابتكر فريق سذرلاند مسارًا تفاعليًا ذكيًا من عدة خطوات تنطلق من جزيئات بسيطة (سياناميد، جليكول ألدهيد، وفوسفات غير عضوي وغيرها) بحيث تتشكل أجزاء جزءًا ثم تندمج في النهاية لتعطي نيوكليوتيد مفسفر مفعل قابل للاستخدام في بناء RNA

هذا المسار تجاوز العقبات السابقة (مثل الحاجة لسكر ريبوز حر غير مستقر أو وجود مزيج عشوائي غير انتقائي من القواعد). وصفته مجلة Nature يومها بأنه كيمياء بارع يلغي اعتراضًا رئيسيًا على نظرية عالم ال**RNA** إذ أثبتت أن تكوين اللبنات الوراثية ممكن في «الحساء البدائي» بطرق معقولة

لم يتوقف سذرلاند عند ذلك؛ بل تابع وفريقه استكمال الصورة. في ورقة مهمة عام 2015، أظهروا أنه باستخدام مزيج بسيط من المواد الأولية (كسيانيد الهيدروجين **HCN** ومشتقاته) مع عامل اختزال كيميائي (كبيريتيد الهيدروجين**$H_2S$** ) وتحت إشعاع بالأشعة فوق البنفسجية، يمكن إنتاج طيف واسع من الركائز الكيميائية التي تقود إلى النيوكليوتيدات وأيضًا الأحماض الأمينية (لبنات البروتين) والليبيدات (الأحماض الدهنية المكونة لأغشية الخلايا) في آن واحد وبعبارة أخرى، قد تنشأ المكونات الأساسية للأنظمة البيولوجية الثلاثة (المعلومات – التمثيل الغذائي – الأغشية) من كيمياء مشتركة في البيئة المبكرة

كانت هذه النتيجة بالغة الأهمية لأنها تشير إلى أن ظهور هذه المكونات لم يتطلب مراحل منفصلة منفصمة تمامًا (كما كان يُعتقد – أي سيناريو ظهور جزيئات وراثية أولاً ثم بروتينات ثم أغشية)، بل ربما نشأت بالتوازي من مصدر كيميائي واحد عبر ما يسمى بروتومُنشئة *cyanosulfidic*

المفاتيح لهذا التخليق كانت توفر طاقة ضوئية فوق بنفسجية، ووجود عامل مختزل، ومعادن محفزة (مثل أيونات النحاس)وهذه ظروف يمكن تصور وجودها قرب البحيرات البركانية الضحلة أو المنابع الحارة على الأرض المبكرة حيث يوجد HCN (من البراكين) وأشعة شمس قوية. باختصار، تُظهر أعمال سذرلاند أن الكيمياء العضوية الأساسية اللازمة للحياة يمكن أن تتولد تلقائيًا عبر تفاعلات متسلسلة مترابطة، مما يعزّز فرضية أن عالم الـ **RNA** (أو ما قبله مباشرة) كان نتيجة حتمية تقريبًا للكيمياء الأرضية في ظروف معينة.

الجدير بالذكر أن تجارب أخرى تابعة لنفس النهج بيّنت أيضًا إمكانية تكوّن سلاسل قصيرة من الـ **RNA** من تلك النيوكليوتيدات البدائية تحت ظروف ملائمة. على سبيل المثال، استطاع باحثون تكوين سلاسل **RNA** بطول 6-10 نيوكليوتيدات عبر عمليات البلمرة الذاتية على أسطح معادن طينية (كما اقترح سابقًا عالم الكيمياء الحيوية غراهام كيرنز- سميث في فرضية دور السطوح الطينية)

ورغم أن الوصول لتخليق جزيء RNA قادر على تضاعف ذاته لا يزال تحديًا (سنناقش محاولات بذلك ضمن أبحاث سوزتاك أدناه)، إلا أن هذه الإنجازات في تخليق اللبنات الأساسية تجعل سيناريو التولد الذاتي للحياة أكثر واقعية من منظور كيميائي. فاعتمادًا على هذه النتائج الحديثة، ترسَّخ بين غالبية علماء أصل الحياة توافق على أن الحياة تطورت عبر سلسلة خطوات كيميائية تطورية، تبدأ بمركبات بسيطة نحو نظم ذاتية التكاثر معقدة، وليس بقفزة مفاجئة

### نموذج الخلية البدائية والتكاثر اللاربوتيني – تجارب جاك سوزتاك

بالتوازي مع تقدم الكيمياء العضوية فيما يخص الجزيئات الوراثية، كان هناك محور آخر للأبحاث: كيف تتشكل «الخلية» الأولى؟ أي كيان شبه حي مغلف بغشاء ويحتوي مواد وراثية قادرة على النسخ. العالم جاك سوزتاك (الحاصل على نوبل عام 2009 في مجال آخر، والذي كرس جزءًا كبيرًا من أبحاثه لدراسة أصل الحياة) يعد من الرواد في هذا المجال. يركز سوزتاك على بناء وفهم النماذج

المخبرية للـ«بروتوسيل»(**protocell**) - أي الخلية البدائية الافتراضية البسيطة التي سبقت الخلايا الحية الحديثة

البروتوسيل يُتصوّر أنه يحتوي مكونات أساسية فقط: غشاء بسيط من الأحماض الدهنية يحيط بجزيئات وراثية (ربما**RNA** ) الهدف هو دراسة كيف يمكن لمثل هذا الكيان أن يتكوّن تلقائيًا، وكيف ينمو وينقسم ويتكاثر بدون بروتينات أو آليات خلوية معقدة.

أجرى فريق سوزتاك سلسلة تجارب منذ أوائل الألفينات استطاعوا فيها تخليق أغشية خلايا بدائية بسيطة في المختبر من جزيئات دهنية متوفرة تلقائيًا. على سبيل المثال: عند خلط أحماض دهنية (كحمض الأولييك) في الماء مع الاهتزاز أو الرج، تتجمع تلقائيًا إلى حويصلات كروية ذات غشاء مزدوج الطبقة تشبه إلى حد ما أغشية الخلايا

هذه العملية فيزيائية تلقائية (تنجذب الأحماض الدهنية لبعضها البعض وتستبعد الماء)، ويمكن اعتبارها بذور خلايا بدائية. قام الباحثون باختبار سيناريوهات نمو تلك الحويصلات وانقسامها: فمثلاً أضافوا المزيد من الأحماض الدهنية إلى الوسط، فامتصتها الحويصلات ونمت لتصبح خيوطًا طويلة شبه شعرية، هذه الخيوط غير مستقرة – مجرد اهتزاز خفيف أو تيار هوائي يمكن أن يقسمها إلى حويصلات أصغر، محققًا بذلك عملية شبيهة بالانقسام الخلوي بالفعل رصد فريق سوزتاك تحت المجهر أن الخيوط الدهنية الطويلة تنقسم إلى عدد من الحويصلات الأصغر عند أقل اضطراب

وهكذا أظهروا آلية ممكنة لنمو وانقسام الأغشية الخلوية البدائية تلقائيًا، بدون الحاجة لأي بروتينات أو آلات بيولوجية. المدهش أنهم وجدوا هذه العملية تحصل مع أنواع مختلفة من الجزيئات الغشائية وتحت شروط بيئية متنوعة، مما يشير إلى أنها ظاهرة فيزيائية عامة وليست خاصة بمركب معين

بعد حل مشكلة الغشاء والنمو، بقي السؤال الأصعب: كيف تُورَّث المعلومات أو الوظائف عبر الأجيال في غياب البروتينات والإنزيمات؟ أي كيف يمكن أن تتضاعف المادة الوراثية البدائية داخل تلك الحويصلات؟ هنا تركزت أبحاث سوزتاك على النسخ الذاتي غير الإنزيمي للـ **RNA** داخل النموذج الخلوي. استطاع سوزتاك وزملاؤه إحراز تقدم بنهاية 2013، حيث نجحوا في تحفيز تفاعل نسخ **RNA** بسيط داخل حويصلة دهنية باستخدام شريط قالب من الRNA  ونيوكليوتيدات حرة مفعّلة

كانت إحدى العقبات أن أيونات المغنيسيوم اللازمة لتفاعل البلمرة تؤدي إلى عدم استقرار الغشاء؛ ولحل ذلك استخدم الباحثون جزيئات «مخلبة» تربط المغنيسيوم بحيث يحفز التفاعل دون تفتيت الغشاء بهذه الطريقة تمكنوا من نسخ أجزاء من قالب RNA داخل حويصلة، في ما يعد خطوة أولى نحو تكاثر المادة الوراثية داخل بروتوسيل

ورغم أن التضاعف الكامل للـ**RNA**  ذاتيًا (أي أن يصنع الـ RNA نسخة عن نفسه دون بروتين) لم يتحقق بعد في المختبر، فإن التقدم المستمر يُظهر أنه لا توجد عقبات فيزيائية أو كيميائية مستحيلة تمنع ذلك، بل هي مسألة وقت وتحسين للشروط التجريبية. وقد علق سوزتاك عام 2017 بأنهم باتوا يرون ملامح الطريق نحو بروتوسيل يقوم بالنسخ الذاتي والتطور، وأن المسألة انتقلت من «هل هذا ممكن» إلى «كيف نحقق ذلك عمليًا»

إضافة إلى ما سبق، هناك تجارب حديثة أخرى كثيرة في مجال نشأة الحياة يجدر ذكرها سريعًا لدعم الصورة الشاملة: هناك من يدرس نشوء المسارات الأيضية البدائية (مثل تفاعلات دورة حمض الستريك التكرارية) تحت ظروف جيولوجية – بعض التفاعلات الاستقلابية الأساسية يمكن أن تحصل تلقائيًا على أسطح معادن كبريتيد الحديد في أعماق البحار، مما يدعم فرضية نشوء الحياة قرب فوهات الحرارة المائية في المحيط

كما أن اكتشاف أحماض أمينية ومركبات عضوية كثيرة في النيازك والمذنبات يدل على أن المواد الأولية للحياة تتشكل بسهولة في الفضاء وقد تكون سقطت على الأرض البكر

على سبيل المثال، نيزك مورشيسون (**Murchison**) الذي سقط بأستراليا 1969 يحتوي على أكثر من 70 نوعًا من الأحماض الأمينية (بعضها موجود في بروتينات الكائنات الحية وبعضها غير مألوف أرضيًا) إضافة إلى آلاف المركبات العضوية الأخرى، وكلها تشكلت طبيعيًا في جسم النيزك دون حياة

والأكثر إثارة أن بعض هذه الأحماض الأمينية في النيزك أظهرت انحيازًا في الشكل الفراغي (**chirality**) – أي وفرة أكبر لأحد المتصاوغين المرآتيين على الآخر – ما قد يلمح إلى أصل اللاتماثل الفراغي في مركبات الحياة (سنتناول قضية «اليدوية» هذه فيما بعد)

كل هذه الأدلة التجريبية والرصدية الحديثة تصب في دعم فكرة أن ظهور الحياة كان نتيجة عملية تدريجية طبيعيّة بدأت بالكيمياء العضوية البسيطة وصولًا إلى نظم معقّدة ذاتية التكرار. وكما لخص مراجعة علمية حديثة عام 2023: إن مجمل الدلائل الحالية تشير إلى أن نشأة الحياة كانت عملية تطورية تدريجية، مرت بسلسلة من الأشكال الانتقالية بين الكيمياء السابقة للحياة وآخر سلف مشترك (LUCA)، ولعبت الـ RNA دورًا محوريًا فيها

**أبرز اعتراضات الخلقيين على فرضية التولد الذاتي**

على الرغم من تراكم الأدلة العلمية الداعمة لسيناريوهات نشوء الحياة تلقائيًا، فإن تيار الخلقوية (Creationism) وأنصار التصميم الذكي يطرحون عدة اعتراضات وتشكيكات حول مفهوم الAbiogenesis . فيما يلي أبرز اعتراضات الخلقيين شيوعًا:

عدم واقعية ظروف التجارب مقارنة بالأرض البدائية: يشكك الخلقيون في أن تكون الظروف التي افترضها العلماء (كخليط الغازات المختزل في تجربة ميلر– يوري) مماثلة لما كان عليه الغلاف الجوي للأرض المبكرة. ويشيرون إلى أدلة جيولوجية محتملة على وجود الأكسجين أو جو غني بثاني أكسيد الكربون والنيتروجين بدلًا من الميثان والأمونيا، مما يجعل إنتاج المركبات العضوية ذاتيًا أصعب بكثير. كما يطرحون ما يُسمى «مفارقة الأكسجين والأشعة فوق البنفسجية»: إن لم يكن هناك أوكسجين فلا توجد طبقة أوزون تحمي المركبات العضوية الناشئة من التفكك بالإشعاع فوق البنفسجي الشديد، وإن وجد الأكسجين فهو نفسه يثبط التفاعلات العضوية ويؤكسد المركبات قبل تراكمها

الاحتمالية المنخفضة وعشوائية الصدفة: كثيرًا ما يُجادل بأن تكوين جزيئات معقدة جدًا كالبروتينات أو الشفرة الوراثية بالصدفة البحتة هو أمر شبه مستحيل إحصائيًا. ويستشهدون بأرقام فلكية لاحتمال تكون بروتين وظيفي عشوائيًا أو ترتيب أحماض أمينية محدد، زاعمين أن عمر الكون كله لا يكفي لظهور مثل هذه التركيب المعقد صدفة. هذه الحجة ترتبط أحيانًا بزعم أن التولد التلقائي يتعارض مع القانون الثاني للثرموديناميك (الذي يتطلب ازدياد العشوائية مع الزمن)، قائلين إن تشكّل نظام حي منظم من مواد غير حية يعني انخفاضًا كبيرًا في الإنتروبيا بما يخالف هذا القانون.

غياب التكرار الذاتي والآلات الجزيئية (مشكلة التعقيد المتخصص): حتى لو تكوّنت بعض اللبنات الحيوية (أحماض أمينية، نيوكليوتيدات) تلقائيًا، يرى المعارضون أنه لا يزال الفرق شاسعًا بينها وبين خلية حية كاملة قادرة على التكاثر. فهم يجادلون بأن مكونات الخلية) الDNA، والإنزيمات البروتينية، وآليات النسخ والترجمة (معتمدة بعضها على بعض بشكل معقد )مثالهم المشهور: «البيضة والدجاجة» بين الـDNA والبروتينات – لا يعمل أحدهما دون الآخر)، وبالتالي يستحيل ظهور منظومة مترابطة كهذه تدريجيًا لأنها لن تعمل إلا مكتملة. هذا يقارب مفهوم «التعقيد غير القابل للاختزال» الذي يطرحه أنصار التصميم الذكي، إذ يعتبرون أن أي نظام بيولوجي معقد مكوّن من أجزاء متكاملة لا يؤدي أي جزء منها وظيفة مفيدة بمفرده، لا يمكن أن ينشأ عبر تراكم تدريجي – فإما يوجد بالكامل أو لا يوجد.

إشكالية التشكل الفراغي **Handedness** أو**Chirality** : الحياة على الأرض تستخدم بشكل شبه حصري جزيئات بيدوية محددة (الأحماض الأمينية يسارية التوجه الفراغي، والسكريات في الـRNA/ DNA يمينية). لكن التفاعلات الكيميائية غير الحيوية تنتج عادة خليطًا متماثلًا من الشكلين (يساري ويميني) من الجزيئات. يعترض الخلقيون بأن التوليف العشوائي سيعطي مزيجًا عديم التماثل الحيوي ولن يكون صالحًا لبناء بروتينات أو أحماض نووية وظيفية في الكائنات. وقد أطلق عالم خلقي مثل جوناثان سارفاتي على هذا «معضلة اليدوية» وقال إنها من أكبر العقبات التي لم تُحل في سيناريوهات الأصل الطبيعي للحياة

فشل التجارب في خلق حياة كاملة حتى الآن: يسجل الخلقيون حقيقة أن العلماء لم ينجحوا بعد في إنتاج خلية حية من مواد غير حية في المختبر، رغم محاولات استمرت لعقود. ويرون في ذلك دليلًا على استحالة الأمر أو أنه أقرب للإيمان غير المستند لدليل. أحيانًا يستدلون بتصريح علماء أصل حياة يعترفون بصعوبة المشكلة (مثال مشهور اقتبسه البعض: «أصل الحياة لغز، العلماء محرجون من الاعتراف بذلك علنًا لكنه معترف به سرًا» – إشارة لتصريح منسوب للعالم كلاوس دوس عام 1984)

كذلك يستشهدون بتجنب كتب التطور أحيانًا لموضوع نشوء الحياة باعتباره منفصلًا عن نظرية التطور الحديثة، مدّعين أن هذا الفصل هدفه التغطية على ضعف أدلة نشوء الحياة بوصفه الحلقة الأولى المفترضة في تطور الكائنات

هذه هي أهم النقاط المثارة من قبل معارضي فرضية النشوء التلقائي. يجدر التنويه أن بعض هذه الاعتراضات تعتمد على معطيات علمية صحيحة (مثلاً حقيقية أن الحياة تستعمل حمض أميني يساري فقط، أو أن تجربة ميلر الأصلية لم تُمثّل تمامًا كل جوانب الأرض المبكرة)، لكن الاستنتاجات التي يبنونها عليها والتفسيرات غالبًا ما تكون محل نقد شديد من قبل المجتمع العلمي. في القسم التالي، سنقوم باستعراض الردود العلمية على هذه الاعتراضات نقطةً نقطة، استنادًا إلى ما تقدّم من معطيات حديثة وما تقوله الدراسات والأدبيات العلمية المختصة.

**الردود العلمية على اعتراضات الخلقيين**

**اولا : الرد على مسألة ظروف الأرض البدائية (تركيب الغلاف الجوي والأشعة)**

من المهم فهم أن نموذج ميلر– يوري ليس العقيدة الوحيدة حول ظروف الأرض الأولى، بل كان افتراضًا مبنيًا على معلومات خمسينيات القرن العشرين. صحيح أن أبحاثًا جيولوجية حديثة تقترح أن الغلاف الجوي الأول للأرض احتوى مزيدًا من ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين وقليلًا من الميثان والأمونيا مقارنة بفرضية ميلر وربما وُجدت آثار من الأكسجين الناتج عن تحلل الأشعة فوق

البنفسجية للماء

لكن هذا لا يعني استحالة التخليق العضوي: فقد رأينا أن التجارب لاحقًا استطاعت إنتاج مركبات عضوية حتى في أجواء «مؤكسدة» نسبيًا (وجود CO أو $CO_2$ مع ماء ونيتروجين )وإن كان ذلك بكفاءة أقل.

الأهم أن الأرض المبكرة كانت تحوي بيئات وظروف متعددة وليست موحدة في كل مكان؛ أي إن لم يكن الغلاف الجوي عمومًا شديد الاختزال، فهناك جيوب بيئية موضعية كانت مختزلة - مثلاً: المناطق البركانية وخروج الغازات من البراكين تحت سطحية كانت غنية بالميثان والهيدروجين وغيرها من الغازات المختزلة، ما يخلق مفاعلات طبيعية صغيرة يتواجد فيها الخليط المناسب لتكوين الجزيئات العضوية. أيضًا، السيناريوهات الأخرى (كمنطقة الفوهات الحرمائية في أعماق المحيط) لا تتطلب غلافًا جويًا مختزلًا بالكامل، لأن المصدر الرئيسي للتفاعلات هناك هو المواد الكيميائية المنبعثة من القشرة الأرضية الساخنة (مثل غازات الكبريتيد والميثان) والتدرجات الحرارية والكيميائية الموجودة بين الماء الحار والبارد

إذًا الطبيعة وفرت عدة منصات كيميائية مختلفة لتخليق الجزيئات؛ فلا ينبغي حصر التفكير بمنصة واحدة (الغلاف الجوي السطحي).

أما بخصوص الأكسجين والأشعة فوق البنفسجية: بالفعل، وجود الأكسجين الحر مبكرًا كان سيعيق تولد المركبات (لأنه يؤكسدها سريعًا)، لكن أغلب الدلائل تشير إلجود الأكسجين الحر في المراحل المبكرة من تاريخ الأرض كان سيعيق تكوين المركبات العضوية الضرورية للحياة بسبب قدرته على أكسدتها بسرعة. تشير أغلب الدلائل إلى أن نسبة الأكسجين الحر في الغلاف الجوي ظلت ضئيلة جدًا لفترة طويلة بعد ظهور الكائنات الحية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي، بما في ذلك البكتيريا الزرقاء التي ظهرت قبل حوالي 3.5 مليار سنة. استمرت مستويات الأكسجين المنخفضة حتى حدث الأكسجة الكبير الذي بدأ حوالي 2.4 إلى 2.5 مليار سنة مضت،في الوقت نفسه، انعدام الأوزون يعني أن الأشعة فوق البنفسجية الشديدة كانت تصل السطح، وهذا عامل مدمر للمركبات العضوية لكنه أيضًا عامل محفز لتفاعلات معينة. هنا نذكر أن كثيرًا من التفاعلات التخليقية في السيناريوهات الحديثة تتطلب أشعة فوق بنفسجية (كما في تجارب سذرلاند) لتحفيز بعض الخطوات

أي أن الأشعة فوق البنفسجية سيف ذو حدين: تدمر الجزيئات الطويلة (مثلاً قد تفكك الـ RNA الطويل)، لكنها أيضًا تساهم في تكوين الجزيئات الأولية (مثل تكوين السيانيدات والعضويات البسيطة الضرورية). من الحلول التي يتصورها العلماء أن التخليق العضوي كان يحدث في مناطق محمية بشكل متقطع – مثلاً: يمكن أن تتشكل المركبات في البرك الضحلة عندما يكون مستوى الماء منخفضًا ثم تُدفن في الرواسب أو تُغمر في الماء حيث تُحمى من الأشعة لفترة كافية لتتابع خطوات تالية، وهذا يتفق مع نماذج الدورات الرطبة - الجافة في البرك التي تعزز البلمرة (جفاف البركة يركز البوليمرات ثم إعادة بللها يحفز تفاعلات إضافية). كذلك الطين والمعادن يمكن أن توفّر حماية للمركبات المتولدة بامتصاصها على السطح، فتعمل كدرع ضد التفكك بالأشعة؛ وهذا جزء من فرضية كيرنز- سميث التي تفترض أن الطين لعب دور القالب المنظم لتجميع الجزيئات

أخيرًا، المحيطات نفسها ليست شفافة تمامًا للأشعة – فالمياه تمتص جزءًا كبيرًا منUV، خاصة الأطوال الموجية الأقصر. فلو نشأت المركبات في الأعماق الضحلة (على عمق مترين مثلاً) فقد تحصل على حماية نسبية
باختصار، ما يراه النقد الخلقوي «تناقضًا مميتًا» (إما أوكسجين يوقف التفاعل أو UV يدمره) يمكن تجاوزه عبر فهم تعددية البيئات: بيئات مختزلة محلية معزولة +مخابئ طبيعية من الـ **UV** كانت متوفرة حتمًا على الأرض الأولى، مما يسمح بالتخليق والاستقرار المرحلي للمركبات العضوية. إضافة لذلك، المواد الواصلة من الفضاء (نيازك ومذنبات) وفرت رصيدًا إضافيًا: فهذه الأجرام قدمت كميات من الأحماض الأمينية والمركبات العضوية للسطح – وقد دلت دراسات نيزك مورشيسون على بقاء تلك المركبات رغم رحلتها في الفضاء ودخولها الغلاف الجوي  أي أن جزءًا من معضلة التدمير ربما حُل بأن المادة العضوية جاءت من مناطق أقل تعرضًا (داخل الكويكبات) ثم استقرت على الأرض.

**ثانيا: الرد على حجة الاحتمالات والصدفة العشوائية**

حسابات الاحتمالات التي يوردها معارضو نشوء الحياة كثيرًا ما تفترض سيناريو غير واقعي: تكوين خلية كاملة أو بروتين معقد دفعة واحدة بالصدفة. لكن العلماء لا يدعون ذلك أبدًا في نماذجهم. بدلاً من ذلك، يُنظر إلى الأمر كسلسلة أحداث تراكمية تتضمن انتقاءً طبيعيًا كيميائيًا تدريجيًا. على سبيل القياس: احتمال جمع جملة مفيدة عشوائيًا من حروف مبعثرة يكاد يكون معدومًا، لكن في الطبيعة لم تتجمع فجأة رواية شكسبير كاملة من حروف متناثرة! بل كانت هناك تدرجات: تطورت اللغة حرفًا فكلمة فجملة عبر عصور. بشكل مشابه، نشوء النظام المعقّد للحياة تم عبر تطوّر كيميائي ثم بيولوجي خطوة بخطوة

كل خطوة صغيرة ربما كانت مرجحة الحدوث في الظروف المناسبة، وحتى لو كانت بعض الخطوات نادرة الحدوث، فالزمن الطويل (مئات ملايين السنين) وحجم المسطحات والمختبرات الطبيعية (محيطات شاسعة، برك لا حصر لها) يجعل ما هو غير محتمل في تجربة مخبرية سريعة أمرًا شبه مؤكد الحدوث مرة على الأقل في كوكب كامل عبر حقب جيولوجية. كما قال عالم الأحياء التطورية كريستيان دو دوف: «الحياة ليست معجزة وقعت مرة، بل هي حتمية كيميائية ستحدث حتمًا في الكواكب الشبيهة بالأرض حين

تتوفر الظروف المناسبة» – وذلك انطلاقًا من ملاحظة أنه بمجرد استقرار الظروف الصالحة على الأرض (بعد الحقبة النيزكية الكثيفة) ظهرت الحياة خلال فترة جيولوجية قصيرة نسبيًا ربما أقل من 200 مليون سنة. هذا يوحي بأن العملية لم تكن مستحيلة أو بعيدة الاحتمال بحيث تتطلب مليارات السنين

أيضًا، الحسابات الاحتمالية الخلقوية عادةً تتعامل مع تكوين منظومة كاملة دفعة واحدة اعتباطًا (مثال: احتمال ترتيب 100 حمض أميني صحيح بالصدفة ليشكلوا بروتينًا مفيدًا). لكن السيناريو العلمي لا يفترض ظهور بروتين مكون من 100 حمض أميني دون سوابق؛ بدلًا من ذلك نفترض أن الأحماض الأمينية تجمعت إلى ببتيدات قصيرة (ربما 5-10 وحدات) في بيئة معينة – وهذا أسهل إحصائيًا بكثير – وإذا قدّم ذلك الببتيد ميزة ما (مثلاً ساعد على تحفيز تفاعل أو تثبيت مركب)، فإنه سيُحافظ عليه ويتراكم (يعني يتم انتقاؤه طبيعيًا ضمن عالم كيميائي). ثم يمكن لهذه السلاسل أن تطول تدريجيًا عبر إضافة وحدات إن أظهرت فائدة أكبر. إذًا الانتخاب الطبيعي بدأ حتى قبل الحياة ولكن بشكل كيميائي: تفاعلات تنتج نواتج أكثر استقرارًا أو تملك قدرة تحفيز ذاتي ستتراكم على حساب غيرها

هذا يبدد «حاجز المستحيل إحصائيًا» لأنه يجزئه إلى خطوات معقولة متتالية. وكدعم تجريبي، لدينا تجارب التطور في المختبرIn vitro evolution التي قام بها علماء مثل جرالد جويس وجاك سوزتاك منذ التسعينات: حيث يبدأون بمزيج عشوائي من جزيئات RNA أو ببتيدات، ثم ينتخبون منها تلك التي تمتلك قدرة وظيفية (مثلاً RNA يرتبط بجزيء معين أو يحفز تفاعل كيميائي). خلال بضعة أجيال من الانتقاء الاصطناعي، يحصلون على جزيئات ذات وظيفة معقدة انطلاقًا من عشوائية أولية

هذا يبين أن الفضاء العشوائي الضخم للجزيئات يحتوي ضمنه على «جزر» وظيفية يمكن الوصول إليها بالاختيار المرحلي دون فحص كل الاحتمالات العشوائية دفعة واحدة، وهو نظير لما يمكن أن يكون حدث في الطبيعة المبكرة تلقائيًا (فالطبيعة تجرب الكثير عشوائيًا وتنتقي الأفضل على مراحل).

أما القانون الثاني للثرموديناميك (الإنتروبيا) فلا تعارض هنا معه. هذا القانون في صياغته الشائعة ينص على أن العشوائية الكلية في نظام معزول تميل للازدياد. لكن الأرض ليست نظامًا معزولًا؛ فهي تتلقى باستمرار طاقة من الشمس وتبدد الحرارة في الفضاء. هذه الطاقة تسمح بنشوء نظم ذات ترتيب عالي محليًا مقابل زيادة العشوائية في مكان آخر (الشمس تحترق وتزيد إنتروبيا الكون). أي أن تكوّن جسم منظم (كخلية) على الأرض ممكن طالما هناك تدفق طاقة صافٍ إلى الخارج. مثال: تشكل البلورات في الطبيعة (وهي أكثر تنظيمًا من الذرات المنفردة) لا يخالف القانون لأن العملية تطلق حرارة إلى المحيط فتزيد إنتروبيته أكثر. كذلك بناء إنزيم أو خلية يستلزم طاقة – وهي متوفرة من الشمس أو من البراكين – لذا لا مشكلة حروديناميكية. فعليًا، الكائنات الحية آلات تزيد الإنتروبيا حولها بينما تبني ذاتها . لذلك هذا الاعتراض يستند لسوء فهم للقانون بتطبيقه في غير موضعه. العلم الحالي يرى أن نشوء الحياة عملية «مدفوعة بالحرارة» طبيعيًا مثلها مثل أي عملية ذاتية الانتظام self-organization تحدث تحت تدفق طاقة (كما تتشكل التيارات الحملية ذات البنى الدوامية عند تسخين سائل، إلخ).

**رابعا: الرد على التعقيد المتخصص والتشابك (DNA/بروتينات أيهما أولًا)**

صحيح أن أنظمة الحياة الحالية معقدة جدًا ومتداخلة – فالـ DNA يحتاج بروتينات للاستنساخ والبروتينات تحتاج الـ DNA لتركيبها – مما يبدو «غير اختزالي». لكن الفرضيات العلمية الكبرى لأصل الحياة تتعامل مع هذا الإشكال رأسًا. فرضية عالم الـ**RNA** جاءت تحديدًا لتقديم حل: فهي تقترح أنه قبل وجود الـ DNA والبروتينات، كان هناك مرحلة تعتمد فقط على **RNA** يقوم بكل المهام (يخزن المعلومات ويحفّز وظائف إنزيمي). اليوم لدينا أدلة داعمة قوية لهذه الفرضية :إنزيمات) *RNA* ريبوزيمات (موجودة فعليًا )اكتشفها توماس تشيك وسيدني ألتمان في الثمانينات RNA - يمكنه تحفيز تفاعلات مثل قص ولصق نفسه . (بل أن أهم آلة بروتينية في خلايانا الحديثة – الريبوسوم (الذي يركب البروتينات) – جوهرها سلسلة **RNA** هي التي تقوم بالتحفيز وليس البروتينات المحيطة بها، مما يُعتبر «أحفورة حية» من عالم RNA القديم داخل الخلايا

هذا يعني أنه يمكن نظريًا لنظام قائم على **RNA** فقط أن يعمل بما يكفي ليكون حيًا فيزيائيًا. بالتالي لم تكن هناك حاجة لتوفر بروتينات مع الـ RNA منذ البداية، مما يكسر حلقة «الدجاجة والبيضة». بعد ظهور عالم RNA وانتشاره، يُعتقد أن البروتينات انضمت لاحقًا لتعزيز الكفاءة (البروتينات تستطيع تكوين تشكيلة أوسع من الإنزيمات بفضل 20 حمض أميني)، ثم استُحدث الـDNA كمخزن معلومات أكثر استقرارًا من الـRNA . هذا السيناريو مدعوم بقناعة غالبية المختصين اليوم أن الـ**RNA** سبق الـ**DNA** والبروتينات في التطور

أيضًا مفهوم «التعقيد غير القابل للاختزال» تعرض لنقد علمي واسع لأنه تجاهل حلول الوسط والمراحل الوسيطة الوظيفية المختلفة عن الوظيفة النهائية. خلية بدائية أولية ربما لم تحتج لكل ما لدى الخلية الحديثة. على سبيل المثال: قد لا تكون امتلكت ترجمة كاملة للشفرة الوراثية لإنتاج بروتينات؛ ربما اعتمدت على حفنة من ريبوزيمات RNA للوظائف، وبعض الببتيدات القصيرة العشوائية التي تسهل التفاعلات وقد بينت دراسة حديثة أن وجود ببتيدات قصيرة غير مشفرة (أي دون جينات) داخل خلية **RNA** بدائية يمكن أن يحسّن قدرة الـ**RNA** على التضاعف

أي يمكن أن يكون هناك مرحلة هجينة بين عالم RNA وعالم البروتين، تتشارك فيها جزيئات RNA مع ببتيدات بسيطة (تكوّنت تلقائيًا) بحيث يتحسن أداء النظام تدريجيًا قبل ظهور نظام الشفرة الوراثية الكامل. هذا النوع من التفكير – إيجاد سيناريوهات لوظائف جزئية تختلف عن الحالية – جعل كثيرًا من الأمثلة التي روّج لها ك«معقدة لا اختزاليًا» (مثل السوط البكتيري أو العين) قابلة للتفكيك إلى مراحل وظيفية أبسط، وفق ما وثق العالم كينيث ميلر وآخرون في سياق دحض حجج التصميم الذكي. وبالمثل، نظام التضاعف الذاتي البدائي ربما كان أبسط كثيرًا مما نراه الآن في البكتيريا الحديثة، لكنه كان كافيًا للبدء، ومع الانتقاء الطبيعي البيوكيميائي ازداد تعقيدًا بمرور الزمن ليصل إلى غير الاختزالي الذي نراه (في نظرنا) اليوم. إذًا الترابط الحالي بين مكونات الحياة لا يعني أنها ظهرت معًا، بل تطورت معًا عبر تفاعلات تكافلية بين جزيئات بسيطة تضاعف بعضها وسهّل وجود بعضها الآخر.

**خامسا: الرد على معضلة المعلومات والشفرة: هل تتطلب «مُرسل ذكي» ؟**

هذه الحجة تمزج بين المعنى الاصطلاحي للمعلومات والمعنى العلمي الحيوي. صحيح أن الـ DNA يُشبه كتابًا مكتوبًا بحروف كيميائية، لكن في النهاية هو جزيء كيميائي يتبع قوانين الطبيعة في تفاعله .المعلومات الجينية تنشأ وتُعدّل عبر العمليات الطبيعية المعروفة: الطفرات (تغييرات عشوائية)، وإعادة التركيب، والانتقاء الطبيعي الذي يقرّ نجاح تسلسلات معينة ويبقيها. هذا في علم الأحياء التطوري مثبت بملاحظات لا حصر لها (نشوء معلومات جديدة في الجينومات عبر التطور). أما في سياق نشوء الحياة، فالسؤال: كيف ظهر أول تسلسل يحمل وظيفة ذات معنى؟

الإجابة تأتي مما ذكرناه: لم يكن الأمر حرفيًا ككتابة جملة مفيدة من حروف إنجليزية. بل الأغلب أنه بدأ بتسلسل **RNA** قصير قادر على نسخ نفسه تقريبًا (أي يحمل وظيفة – ليست «معنى» فلسفي – إنما تأثير فيزيائي وهو التكاثر). هذا ليس معلومات بمعنى رسالة بل خاصية كيميائية: بعض التسلسلات قادرة ذاتيًا على الارتباط بمكملها الكيميائي وبالتالي بدأ الوراثة بهذه الخاصية الفيزيائية البسيطة (القاعدتان المتكاملتان). ثم تعقدت تلك التسلسلات تدريجيًا عبر الانتقاء كما شرحنا. إذًا لم يكن هناك لحظة احتاجت «كتابة رسالة من الصفر» بل كانت هناك عملية عمياء تختبر وتنتقي عبر زمن طويل. إضافة لذلك، الكثير من التجارب أبرزت أن ظهور «معلومات» وظيفية من العشوائية ممكن :على سبيل المثال، تجربة شهيرة عام 1993 قام بها عالم البيولوجيا الجزيئية أدوين ميلر وزملاؤه أخذوا فيها مكتبة عشوائية تمامًا من سلاسل RNA مكونة من 50 نيوكليوتيدة (أي مشوشة المعلومات)، واستطاعوا بتقنية الاختيار *SELEX* عزل تسلسلات منها تستطيع الارتباط بجزيء ATP بشكل نوعي – بمعنى أنه من الفوضى برزت جزيئات لها وظيفة محددة

الطبيعة لا تقوم بهذا بالضبط في أنبوب اختبار، لكن البيئة قدمت طرقًا أخرى (مثل الوقع المتكرر للتفاعلات يعطي أفضلية للتسلسلات الأكثر استقرارًا أو الأسرع تفاعلًا). الوظيفة هي المفتاح وليست المعنى أو الرسالة بالمعنى الأدبي. وعندما تتوفر وظيفة (كالتضاعف)، فالحديث عن «معلومات» يصبح وصفًا مجردًا لنسخة من الواقع وليس كيان مستقل. خلاصة القول :المعلومة الجينية نتاج العملية الطبيعية وليست كيانًا خارقًا للعادات يستلزم عقلًا واعيًا لخلقه – خاصةً في بدايات نشوء الحياة حيث كانت المعلومات محدودة جدًا (ربما بضع مئات من القواعد تحمل قدرة تكاثرية بسيطة، لا هي مشفرة لبروتينات ولا أي شيء معقد).

**سادسا: الرد على معضلة اليدوية :(Chirality)**

هذه بالفعل مشكلة معروفة في مجال الكيمياء الحيوية الأصلية، والعلماء لا ينكرونها. لكن طُرحت عدة حلول معقولة، وبعض الأدلة تشير إلى أن الطبيعة قدّمت انحيازًا مبكرًا للنوع الواحد من الجزيئات قبل نشوء الحياة. إحدى أهم الدلائل هي ما ذكرناه: النيازك مثل مورشيسون تحتوي على أحماض أمينية بانحياز فراغي طفيف نحو النوع اليساري (الخاص بالحياة)

هذا مذهل لأنه في غياب الحياة نتوقع كما قال الخلقيون خليطًا متساويًا تمامًا (راسيمي) من اليمين واليسار. لكن التحاليل وجدت فائضًا يصل إلى 10–15% لصالح الأحماض الأمينية اليسارية لبعض المركبات في ذلك النيزك الكربوني. ما تفسير ذلك؟ أحد التفسيرات الرائدة: في الفضاء هناك مصادر للاستقطاب يمكن أن تدمر نوعًا مرآتيًا أكثر من الآخر. مثلًا الأشعة فوق البنفسجية المستقطبة دائريًا (الموجودة قرب نجوم نيوترونية معينة) عند مرورها بسحابة جزيئات يمكن أن تفكك أحد المتماكبين الفراغيين بشكل انتقائي، تاركة الثاني بنسبة أعلى. هذه الظاهرة تم تأكيدها مخبريًا (الإشعاع المستقطب دائريًا قادر على إحداث فائض يدوي في أحماض أمينية تحت ظروف معينة). بالتالي لو تشكلت الأحماض الأمينية في الفضاء (في سحب بين نجمية أو على سطح كويكبات) وتعرضت لاستقطاب كوني كهذا، فقد تكتسب انحيازًا يدويًا قبل أن تصل الأرض

وعند نزولها الأرض ربما عززت ذاك الانحياز. فرضية أخرى :أسطح المعادن أو البلورات الأرضية قد تنحاز للتفاعل مع شكل فراغي دون الآخر – فمثلاً أسطح بلورات الكوارتز لها تماكب (يمين/يسار) ويمكن أن تمتص بشكل تفضيلي أحد نوعي الجزيئات اليدوية. لو

تراكمت الأحماض الأمينية على سطح بلورة ذات تماكب معين، سيتوفر منها نوع واحد للخطوة التالية في التفاعل، فينتج بوليمر متجانس اليدوية. هناك تجربة مشهورة أثبتت أنه باستعمال بلورات التارتريت (الطرطرات) في وسط التفاعل يمكن الحصول على سكريات ذات جهة واحدة.

كذلك التفاعلات ذاتية التحفيز (autocatalysis) قد تلعب دورًا: تفاعل كيميائي اكتشفه العالم سواي يظهر أنه إذا وُجد حتى فائض طفيف عشوائي لنوع واحد، يمكن للتفاعل أن يضخم هذا الفارق مع كل دورة حتى يصل إلى نقاء شبه تام من نوع واحد – أي أن الطبيعة يمكن أن تكبر انحياز صغير ليصبح سيطرة كاملة. بالتالي التصور الحالي: ربما كانت بداية الحياة بتركيب لم يكن نقيًا 100% من حيث اليدوية ولكن حدث اختيار ذاتي مع الوقت. فلو أن نظامًا تكاثريًا معينًا) مثلاً ريبوزيم (RNA تشكّل من مواد يسارية، فلن يعمل جيدًا إن دخلت ضمنه وحدة يمينية، بالتالي النظم التي اتبعت نقاءً معينًا استمرت وحجبت الأخرى (هذا نوع من الانتقاء أيضًا). مع مرور الزمن، ساد النوع الواحد في المحيط الحيوي البدائي. إذًا معضلة الكايرالية ليست مانعًا مطلقًا، بل شيء يحتاج توضيحًا تفصيليًا أكثر، والعلماء يعملون عليه. حاليًا لا يزال البحث جاريًا عن أي سيناريو كان الأرجح (فضائي، معدني، أو غيره) لكن وجود الانحياز اليدوي في العينات الفضائية بالفعل يدعم فكرة أن المسألة قابلة للحل طبيعيًا دون الحاجة ليد خفية.

**سابعا: الرد على: «لم ينجح أحد في خلق حياة في المختبر»**

حتى الآن لم يتم تخليق خلية حية كاملة من مواد غير حية مباشرة. ولكن ينبغي توضيح سبب ذلك: إن نجاح كهذا يتطلب بناء نظام يعادل تعقيد خلية جرثومية حديثة بشكل كامل، وهذا يعادل محاولة بناء سيارة تسير ذاتيًا من العدم بدلًا من فهم وتصنيع مكوناتها تدريجيًا. العلماء اختاروا النهج التفكيكي: إعادة بناء الحياة قطعة قطعة، وقد نجحوا في بناء أجزاء مهمة بالفعل. كما عرضنا، تمكنوا من توليد اللبنات الأساسية (أحماض أمينية، سكريات، قواعد نووية) تلقائيًا .استطاعوا تخليق أغشية خلوية بسيطة ذاتية النمو والانقسام و صنعوا إنزيمات RNA يمكنها نسخ أجزاء من نفسها

بل هناك إنجاز كبير عام 2010 حيث قام كريغ فنتر وفريقه بتجميع جينوم بكتيري صناعي كامل (مكون من مليون قاعدة) وأدخلوه في خلية بكتيرية فارغة فبدأ يعمل ويتكاثر، مبرهنين أن المادة الوراثية المصنوعة مخبريًا قادرة على تشغيل الحياة عند زرعها. هذا ليس توليدًا من الصفر تمامًا (لأنهم استخدموا خلية مستقبِلة قائمة)، لكنه خطوة نحو الخلايا الاصطناعية .إذًا نحن نقترب علميًا خطوة خطوة من فهم كل الأجزاء. عدم اكتمال الصورة بعد لا يعني أن وجود الحياة بحد ذاته معجزة. قبل 150 عامًا، كانت فكرة تركيب مركب عضوي في المختبر تُعد مستحيلة (لأنهم ظنوا «القوة الحيوية» مطلوبة)، حتى استطاع فوهلر عام 1828 تصنيع اليوريا وبذلك انهار تصور أن مركبات الأحياء خارقة للطبيعة. بشكل مشابه، التقدم التدريجي في مجال أصل الحياة يشير إلى أن العقبات تتساقط واحدة تلو الأخر: من إنتاج الجزيئات إلى التنظيم في بروتوسيلات إلى نسخ Polymers ... كل عنصر منفرد أصبح مفهومًا وممكنًا تجريبيًا بدرجة أو بأخرى. بقي فقط تجميع هذه العناصر في منظومة واحدة ناجحة – وهذه مسألة وقت وعمل هندسي علمي، وليست دحضًا لإمكانية الأصل الطبيعي. العلماء أيضًا طوروا تصوراتهم؛ لم يعودوا يبحثون عن «الشرارة التي أشعلت الخلق» بشكل ساذج، بل عن مسار تفاعلات يمكن أن يؤدي إلى نظام حي ذاتي الاستدامة. في كل عام تُنشر أبحاث في مجلات مرموقة تقدم أجزاءً جديدة من الأحجية. فعلى سبيل المثال، نشرت مجلة *RNA* في 2023 مراجعة شاملة خلصت إلى أن كثيرًا من الأحداث والمسارات على طريق نشوء الحياة أصبحت معلومة لنا وترسم صورة متماسكة عن ظهور نظام RNA أولي وتطور تدريجي نحو الخلايا الحديثة

لذا القول بأن العلماء «عاجزون تمامًا» اليوم ليس دقيقًا؛ صحيح لم يصنعوا خلية حية من الصفر بعد، لكنهم خلقوا مثيلات لكافة مكوناتها وظروفها بشكل منفصل .العلم يتقدم في هذا الميدان بثبات، وأغلب الخبراء واثقون أنه في العقود القادمة سنشهد اختراقات أكبر – وقد نرى مختبرًا ينجح في تركيب «خلية بدائية» بسيطة تقوم بالانقسام ذاتيًا (وهذا سيكون إثباتًا قويًا لفرضية التولد الذاتي). عدم حدوث الأمر حتى الآن لا يعني استحالة حدوثه، فالتطور العلمي يزخر بمسائل بدت مستحيلة حتى حُلّت (مثال: اندماج الذرة، سفر الإنسان للقمر، إلخ). وعلى أي حال، حتى لو لم ننجح مخبريًا بعد، فلدينا سجل جيولوجي يثبت أن الحياة ظهرت على الأرض فعلًا في ظرف معين – والعلمي يبحث تفسيرًا سببيًا لهذا الظاهرة بدل إرجاعها لسبب فوق طبيعي تلقائيًا.

ختامًا، يجدر التأكيد أن منهجية العلم تختلف عن منطق «إثبات المستحيل» الذي يتبعه النقد الخلقوي. العلم يعمل بتجميع الأدلة وصياغة السيناريوهات القابلة للاختبار. فرضية التولد الذاتي لديها دعم متزايد من الأدلة التجريبية (كما فصلنا) جعلتها الإطار التفسيري المقبول لدى علماء الأصل الحيوي، حتى مع بقاء أسئلة مفتوحة. أما فرضية «الخلق الخاص» فلا تقدّم آلية قابلة للاختبار أو التوقع؛ هي تعزو الأمر إلى معجزة لم تترك أثرًا ماديًا مباشرًا يمكن فحصه. من زاوية فلسفة العلم، هذا فرق جوهري: نشوء الحياة طبيعيًا فرضية علمية لأنها تحفّز الأبحاث (كما رأينا كمّ التجارب التي ولّدتها) ويمكن تعديلها مع ظهور معطيات جديدة، أما الخلقوية فهي فكرة غير علمية (إيمان ميتافيزيقي) لأنها غير قابلة للدحض أو الاختبار – أي لا تقدّم خطوات يمكن تجربتها، ولا تقبل أي نتيجة إلا كتأكيد لمعتقد مسبق.

**منظور فلسفة العلم: هل الخلقوية علم ؟**

من منظور فلسفة العلم ومعاييرها، تعتبر الخلقوية (بأشكالها المختلفة سواء «علم الخلق» أو التصميم الذكي) غير مستوفية لشروط النظرية العلمية. إليك أبرز النقاط الفلسفية النقدية:

الطبيعية المنهجية مقابل التفسير فوق الطبيعي: العلم الحديث يقوم على مبدأ الطبيعية المنهجية، أي تفسير الظواهر عبر قوانين وقوى طبيعية قابلة للملاحظة والاختبار. فرضية الخلق (أو التصميم الذكي) تعتمد تدخل كيان خارق للطبيعة غير خاضع للقوانين المعروفة. هذا يُخرجها من إطار العلم التجريبي، لأن العلم لا يستطيع اختبار فرضية "تدخل إلهي" – فهي فرضية غير قابلة للإثبات أو التفنيد تجريبيًا. كارل بوبر وضع معيار القابلية للدحض (**falsifiability**) كأحد معايير التمييز بين العلمي وغير العلمي

وبتطبيقه، نجد أنه يمكن دائمًا للخلقية تفسير أي اكتشاف على أنه «إرادة الخالق»، فلا توجد تجربة يمكن أن تقول لنا «لو حدثت النتيجة X فهذا سينفي وجود خالق». إذًا الفرضية غير قابلة للدحض، مما يصنفها كلامن علميًا. في المقابل، فرضية التولد الذاتي قابلة للاختبار والتنقيح باستمرار: يمكننا تخيّل أدلة جيولوجية أو كيميائية (مثلاً العثور على أثر مستحيل التفسير طبيعيًا في سجل ما قبل الحياة) قد تدحض أو تغير الفرضية، وكذلك نجاحات أو إخفاقات التجارب الحالية تؤثر في قوتها. هذا التعديل والتكيف سمة النظريات العلمية، بينما المعتقدات الخلقوية ثابتة عقائديًا لا تتزحزح أمام الأدلة.

غياب القابلية للتنبؤ والإثمار العلمي: النظريات العلمية الجيدة لا تشرح الماضي فقط بل تولد تنبؤات واختبارات جديدة. على مدى 70 عامًا، فرضية الأصل الطبيعي أنتجت تنبؤات كثيرة (مثال: "لو صحّت، سنجد مركبات عضوية في النيازك" وبالفعل تم العثور

أو «يجب أن يكون الريبوسوم مبنيًا على RNA إن كان عالم الـRNA حقيقيًا» وقد تبين صحة ذلك). بالمقابل، ماذا تنبأت الخلقوية؟ غالبًا لا شيء لم يكن معروفًا؛ بل كل ما تفعله تفسير الأمور بأنها «نتيجة خلق». وحين تواجهها تفاصيل محيرة (كوجود مورثات مستترة أو تشابه جيني بين الكائنات وفق تسلسل هرمي)، فهي تعزوها إما لـ«لغز في خطة الخالق» أو تنكرها. في الواقع، الخلقوية كثيرًا ما تعيق البحث: تاريخيًا، فكرة «القوة الحيوية» التي طرحها أنصار الخلق كانت ستمنع تقدم الكيمياء العضوية لو لم تُهجر، وفكرة «المصمم الذكي» لقالب العين لو استسلم لها العلماء لما بحثوا عن تطور تدريجي لها. لذا نجد العلماء يفضلون التفسيرات الطبيعية حتى لو كانت صعبة، لأنها تقود لمزيد من التجارب والاكتشافات، بينما إقحام تفسير فوق طبيعي هو بمثابة إغلاق للكتاب: «لا تبحثوا أكثر، لقد صممه ذكاء خارق» – انتهى. من هنا وصفها بعض فلاسفة العلم بأنها موقف استسلامي يثبط المنهج العلمي.

التفسير بأبسط الفرضيات (مبدأ أوكام) :في غياب أدلة قاطعة على تدخل خارق، يطبق العلماء مبدأ أوكام الذي يفضل الفرضيات الأبسط (أي التي لا تضيف كيانات جديدة بلا ضرورة). فرضية التولد الذاتي تشرح كيفيات نشوء الحياة عبر نفس القوى الكيميائية والفيزيائية المكتشفة، دون استدعاء عوامل جديدة. كما أن الخلقوية كثيرًا ما تقع في مغالطة «إله الفجوات»: تسد الثغرات في المعرفة العلمية بفرضية خارقة، لكن مع الوقت حين تملأ العلوم هذه الفجوات بتفسيرات طبيعية، يتقلص دور هذا الإله. هذا أسلوب غير موثوق للتفسير لأنه يتراجع باستمرار ويجعل الإله دومًا في تقهقر أمام توسع العلم – وهي نظرة لاهوتية مشوهة أيضًا (كما انتقد بعض اللاهوتيين أنفسهم). فلسفة العلم تفضل عدم الخلط بين مساحات الجهل العلمي والإجابات الماورائية.

التساهل مع التزوير والانتقائية :جزء من كون الخلقوية ليست علمًا يظهر أيضًا في ممارساتها. العلماء الخلقيون (خصوصًا في مجال «علم الخلق») عُرفوا تاريخيًا بتقديم ادعاءات دون أدلة أو بتفسير الأدلة بشكل ملتوي لدعم معتقدهم، وحتى بتجاهل ما يتعارض معه .في أوائل الثمانينات، شهدت محاكمة مشهورة في أركنساس (قضية مكلين ضد مجلس التعليم 1982) حول تعليم «علم الخلق» في المدارس، وقدم الفيلسوف مايكل روس شهادة خبيرة وضّح فيها أن «علم الخلق» يفتقر لخصائص العلم :فلا قانونية طبيعية، ولا اختبارية، ولا قابلية للدحض، ولا منهجية بحثية

القضاء الأميركي حكم بأن إدراج الخلقوية في مناهج العلوم مخالف للدستور لأنها عقيدة دينية مموهة بلباس علمي وليست علمًا

وكذلك تم الحكم ضد «التصميم الذكي» عام 2005 (قضية كيتسميلر) لأسباب مشابهة – مع الكشف عن أن منهج كتب التصميم الذكي كان في الأصل منهج خلقوي عُدّل بتلاعب لفظي بعد منع الخلقوية الصريحة. هذه الأمثلة تبين أن الخلقوية تُصنَّف منهجيًا ضمن العلوم الزائفة (pseudoscience)في الأوساط الأكاديمية

الإجماع الفلسفي السائد: نظرية الخلق ليست نظرية علمية على الإطلاق

بل هي عقيدة إيمانية تأتي من نصوص دينية . قد تُطرح كموقف فلسفي أو لاهوتي (وهذا خارج نطاق العلم التجريبي)، لكنها لا تستوفي شروط المنهج العلمي الحديث. وحتى فكرة "التصميم الذكي" – التي حاولت تجنب ذكر الخالق مباشرة والاكتفاء بعبارة "مصمم ذكي" – لم تقدم أية آلية طبيعية بديلة يمكن اختبارها (مجرد القول بأن بعض الأشياء "معقدة جدًا" بحيث تستلزم تصميمًا لا يقدم جديدًا علميًا). لذلك بقيت في نظر فلاسفة العلم مجرد شكل معدل من الخلقوية يخدم أجندة أيديولوجية وليس برنامجًا بحثيًا

باختصار، من منظور فلسفة العلم: فرضية التولد الذاتي للحياة وإن كانت لم تكتمل بعد، إلا أنها علمية بامتياز لأنها تستند إلى منهج طبيعي، قابلة للاختبار، أثمرت ولا تزال تثمر فهمًا أعمق ونماذج تجريبية ، وفي المقابل الطرح الخلقوي\التصميم لا يرتقي لمنزلة

النظرية العلمية، بل يصنف على أنه إنكار للعلم (**Science denialism**) يرفض نتائج العلم الراسخة (كعمر الأرض والتطور المشترك) لصالح معتقد عقدي ، لذلك نجد المجتمعات العلمية والتعليمية (وكذلك الأحكام القضائية) تقرر بوضوح عدم اعتبار الخلقوية علمًا، إنما يمكن دراستها كظاهرة اجتماعية أو إيمان شخصي لكن ليس كجزء من منهج علوم الطبيعة.

## الخلاصة

إن نظرية نشوء الحياة (**Abiogenesis**) مدعومة اليوم بمزيج من الأدلة العلمية المتينة والتصورات النظرية المتماسكة .تجربة ميلر– يوري التاريخية كانت أول البرهان على إمكانية التخليق اللاأحيائي للمكونات العضوية الأساسية

أعقبتها تجارب كثيرة متنوعة وسّعت معرفتنا بالسيناريوهات المحتملة على الأرض المبكرة .التجارب الحديثة – من تخليق نيوكليوتيدات RNA في المختبر إلى بناء أغشية حويصلية بدائية ذاتية الانقسام وحتى تكوين أجزاء من آليات النسخ الذاتية للRNA

كلها توضح أن الخطوات المفترضة لنشوء الحياة قابلة للتحقيق، أو على الأقل معقولة جدًا في ضوء الكيمياء والفيزياء المعروفة. في المقابل، اعتراضات الخلقيين نابعة غالبًا إما من معلومات علمية قديمة (تم تجاوزها بالأبحاث الحديثة) أو من منهجية تفكير غير علمية تتوقع حصول معجزة آنية بدفعة واحدة وترفض إمكان التدرج الطبيعي. لقد شهدنا أن كل اعتراض خلقي قابل للتفكيك والرد وفق المعطيات: سواء ظروف الأرض الأولى التي كانت متنوعة وتسمح بتخليق المركبات

أو مسألة الاحتمالات التي يُجاب عنها بالتطور الكيميائي المرحلي والانتخاب الطبيعي المبكر، أو التعقيد الحيوي الذي وجدت له حلول كنموذج عالم الRNA أو حتى معضلة اليدوية التي لم تُحل تمامًا بعد ولكن لها بوادر حلول من الفضاء والكيمياء الفيزيائية

من الناحية الفلسفية، العلم يمضي في تفسير نشوء الحياة بأسلوب استقصائي تجريبي، واضعًا فرضيات قابلة للفحص والتنقيح. أما الطرح الخلقوي فيبقى إيمانًا خارج نطاق العلم

ليس في ذلك انتقاص من احترام المعتقدات الدينية كإيمان شخصي، ولكن عند الحديث بلغة العلم ينبغي تمييز ما ينتمي للبحث التجريبي وما لا ينتمي. إن إقحام التفسيرات الخارقة في حلقات مجهولة لم ينتج معرفة جديدة؛ على العكس، دفع العلم الحقيقي قدُمًا هو الذي أعطانا خلال القرن الماضي فهمًا أعمق لأصل المواد العضوية والحياة – وهذا البحث مستمر بنشاط وحماس. في النهاية، يبقى سرّ البدايات الأولية موضوعًا رائعًا قيد الحل؛ قد لا نعرف أبدًا السيناريو الدقيق بحذافيره لنشأة أول خلية (نظرًا لعدم بقاء سجل صلب من تلك الفترة)، لكن العلم يقترب أكثر فأكثر من إعادة بناء «أصل الحياة» بصورة مقنعة. وكما يُقال، غياب اليقين الكامل ليس دليلًا على إثبات بديل فوق طبيعي؛ بل هو حافز لمزيد من البحث والاكتشاف. وطالما نحافظ على روح البحث العلمي والنقدي، فإن أسئلة من نوع «كيف بدأت الحياة؟» ستجد إجاباتها يومًا ما في المختبرات وصفحات الدوريات، وليس في تغليب التفسيرات غير العلمية.

المصادر:


1. **Oparin, A. I. The Origin of Life. (Dover Publications, Inc. 1965)**
2. **Haldane, J. B. S. in Sci. Hum. Life (Harper and Brothers, 1933).**
3. **Urey, H. The Planets: Their origin and Development. 149–157 (Yale University Press, 1952).**
4. **Lahav, N. Biogenesis: Theories of Life's Origin. (Oxford University Press, 1999).**
5. **Conducting Miller-Urey Experiments – PMC**
6. **Earth's Earliest Atmospheres - PMC**
7. **Primordial synthesis of amines and amino acids in a 1958 Miller H2S-rich spark discharge**

experiment | PNAS

8. Origin of organic compounds on the primitive earth and in meteorites | Journal of Molecular Evolution
9. Functional RNAs exhibit tolerance for non-heritable 2′–5′ versus 3′–5′ backbone heterogeneity | Nature Chemistry
10. Prebiotically plausible oligoribonucleotide ligation facilitated by chemoselective acetylation | Nature Chemistry
11. Synthesis of activated pyrimidine ribonucleotides in prebiotically plausible conditions | Nature
12. Common origins of RNA, protein and lipid precursors in a cyanosulfidic protometabolism - PMC
13. RNA world easier to make | Nature
14. Chiral Molecules may have Hitched Rides to Planets | News | Astrobiology
15. Montmorillonite-catalysed formation of RNA oligomers: the possible role of catalysis in the origins of life | Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences
16. The role of montmorillonite in its catalysis of RNA synthesis - ScienceDirect
17. Clay minerals and the origin of life - ScienceDirect
18. On the origin of life: an RNA-focused synthesis and narrative - PMC
19. Jack Szostak pursues the biggest questions on Earth | Harvard Magazine
20. Protocell Progress | Harvard Medical School
21. Why the Miller–Urey Research Argues Against Abiogenesis | Answers in Genesis
22. NASA Astrobiology Institute
23. Wet-dry cycles enable the parallel origin of canonical and non-canonical nucleosides by continuous synthesis | Nature Communications
24. Penetration of Ultraviolet Radiation in the Marine Environment. A Review - Tedetti - 2006 - Photochemistry and Photobiology - Wiley Online Library
25. How evolution builds up complexity?: In vitro evolution approaches to witness complexification in artificial molecular replication systems - PMC
26. Abiogenesis through gradual evolution of autocatalysis into template-based replication - Pavlinova - 2023 - FEBS Letters - Wiley Online Library
27. An RNA motif that binds ATP | Nature
28. Mineral Surfaces, Geochemical Complexities, and the Origins of Life - PMC
29. Asymmetric autocatalysis. Chiral symmetry breaking and the origins of homochirality of

**organic molecules - PMC**

30. **The Astrophysical Formation of Asymmetric Molecules and the Emergence of a Chiral Bias - PMC**
31. **The Demarcation of Science and Religion | Discovery Institute**
32. **The Quest to Tell Science from Pseudoscience - Boston Review**
33. **Science and Pseudo-Science (Stanford Encyclopedia of Philosophy**